

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-043714

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.

H05K 1/16

H05K 3/40

H05K 3/46

(21)Application number : 2000-259949

(71)Applicant : KARENTEKKU:KK

(22)Date of filing : 26.07.2000

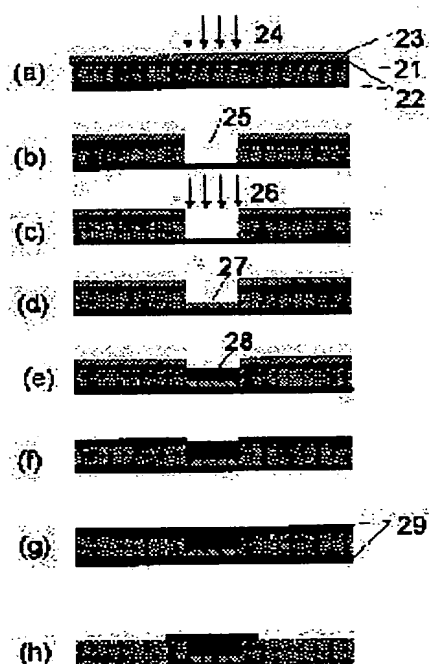
(72)Inventor : HIRAKAWA TADASHI

**(54) DOUBLE-SIDED PRINTED WIRING BOARD INTEGRATING HIGH-PERMITTIVITY MATERIAL**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a wiring board that can easily obtain high capacitance and formation of a fine pattern by integrating a high-permittivity material in a double-sided printed wiring board.

**SOLUTION:** A method to integrate a high-permittivity material in a double-sided printed wiring board is as follows. A resist film 23 is integrated on one side of a double-sided film like a copper film 22. The resist film 23, the copper film 22 and a resin layer 21 are etched by laser 24. A mixture of a ferro-electric 27 and resin are printed, or dry plating of the ferro-electric is executed. Then a copper plating 28 is provided on the surface, and a circuit is processed.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-43714

(P2002-43714A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002.2.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 5 K 1/16

H 0 5 K 1/16

D 4 E 3 5 1

3/40

3/40

K 5 E 3 1 7

3/46

3/46

Q 5 E 3 4 6

E

審査請求 未請求 請求項の数 9 書面 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-259949 (P2000-259949)

(71) 出願人 598163178

有限会社カレンテック

大阪府吹田市広芝町9番31-705号

(22) 出願日 平成12年7月26日 (2000.7.26)

(72) 発明者 平川 荳

大阪府吹田市広芝町9番31-705号

Fターム (参考) 4E351 AA01 AA16 BB03 BB24 BB26

BB31 BB46 CC11 DD04 DD41

GG06 GG20

5E317 AA24 BB01 BB11 CC25 CC53

CD32 CD34 GG16 GG20

5E346 AA13 CC04 CC05 CC10 CC12

CC21 CC32 DD12 DD22 EE01

EE06 EE07 EE09 EE33 FF04

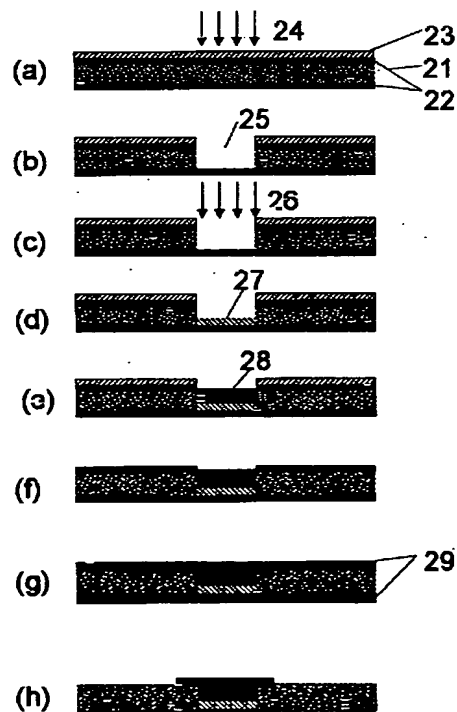
FF45 HH24 HH25

(54) 【発明の名称】 高誘電率材料を内蔵する両面フィルム配線板

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 両面フィルム配線板に高誘電率材料を埋め込むことにより、高いキャパシタンスを得るとともに、ファインパターン形成が容易に得られる配線板を提供すること。

【解決手段】 両面フィルム配線板に高誘電率材料を埋め込む方法としては、両面フィルム (銅箔) 22 の片面にレジスト膜 23 を一体化し、レーザー 24 でレジスト膜 23、銅箔 22、樹脂層 21 をエッチングしたのち強誘電体 27 と樹脂の混合物を印刷するか、強誘電体をドライプレーティングする方法などがある。その後表面に銅めっき 28 を施し、回路加工する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】高誘電率材料を内蔵する両面フィルム配線板。

【請求項2】高誘電率材料が強誘電体と樹脂の複合体である請求項1の両面フィルム配線板。

【請求項3】高誘電体材料を溶射、真空蒸着、スパッタリングなどのドライレーティングにより形成した請求項1の両面フィルム配線板。

【請求項4】フィルムの第一の面と第二の面に銅箔を一体化したフレキシブル積層板を用い、第一の銅箔とフィルムに開口を設ける工程と、開口部に強誘電体と樹脂の複合体を充填する工程と、充填層の上と第一の銅箔とを同時に銅めっきする工程と、フィルム両面にある銅層を回路形成する工程とを含むプリント配線板の製造方法。

【請求項5】フィルムの第一の面と第二の面に銅箔を一体化したフレキシブル積層板を用い、第一の銅箔とフィルムに開口を設ける工程と、開口部における第二の銅箔の第一の面に高誘電体材料をドライレーティングする工程と、開口部を導電性物質で充填する工程と、該導電性物質と第一の銅箔とを電気的に接続する工程と、フィルム両面にある銅層を回路形成する工程とを含むプリント配線板の製造方法。

【請求項6】高誘電率材料を内蔵する両面フィルム回路を一部に有する多層プリント配線板。

【請求項7】両面フィルム回路を、コア材とプリプレグを交互に積層して得られる多層板の一部として用いた、請求項5の多層プリント配線板。

【請求項8】両面フィルム回路を、内部のビアが柱状導電性物質からなり、これにより層間を電気的に接続する柱状ビア多層板の一部として用いた、請求項5の多層プリント配線板。

【請求項9】両面フィルム回路を、ビルドアップ多層板の一部として用いた、請求項5の多層プリント配線板。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】本発明は、高誘電率材料を内蔵する両面フィルム配線板に関し、さらにくわしくは内蔵コンデンサを有するフィルム配線板、多層プリント配線板、モジュール基板などに関する。さらに本発明は、高誘電率材料を内蔵する両面フィルム配線板の製造法に関する。

## 【産業上の利用範囲】

【0002】本発明の両面フィルム配線板は、携帯機器、小型機器などの高密度実装機器の基板（マザーボード）、および半導体パッケージに用いられる基板などに用いることができる。とりわけ、コンデンサを内蔵することにより超高密度の実装基板として用いることができる。

## 【従来の技術】

【0003】いわゆるコンデンサ内蔵のプリント配線板は、表面実装の密度を軽減する目的で多層板の内層にコンデンサを内蔵する技術として提案されている。米国特

許第5,010,641号には、ガラス／エポキシ材料をサンドイッチする銅箔で内蔵コンデンサを形成する技術が開示されている。さらに米国特許5,162,977では、強誘電体セラミック粉末をエポキシに混合することにより、誘電率を上げ、これによって内蔵コンデンサのキャパシタンスを大きくすることを提案している。このような強誘電体セラミックの例として、鉛ジルコネートチタネート（PTZ）、すなわち鉛ジルコネート（ $PbZrO_3$ ）と鉛チタネート（ $PbTiO_3$ ）、あるいはペロフスカイトの混合物が挙げられている。さらに、米国特許第5,428,499号では、予め高誘電率材料を含むベレット状物を多層板に埋め込む技術が提示されている。

【0004】一方、従来、多層プリント配線板の製造法としては、ガラス・エポキシなどの両面に銅箔を積層した積層板を回路加工したものをコア材とし、同じくガラス・エポキシなどのプリプレグと交互に積層したのち、貫通スルーホールまたは閉塞ビアで層間接続し、さらに表面を回路加工することにより得られる通常の高層板があった。

【0005】さらに、特許公報第2601128号に開示されているように、離型性フィルムを備えた多孔質基材に貫通孔を設け、この貫通孔に導電性ペーストを充填したあと離型性フィルムを剥離し、銅箔等と重ねて加熱・加圧してコア材を得、さらに上下から多孔質基材を重ねて同様の工程を経ることによって多層板を得る方法があった。ここではこの構造を「全層ビア多層板」と呼ぶ。

【0006】さらに、最近では、高密度化をはかるため、いわゆるビルドアップ基板が多く使われるようになってきた。これは通常の高層板または多層板をコアとして、その両面にフィルムをラミネートし、または液状樹脂をコーティングし、あるいは銅箔に樹脂をコーティングしたいわゆる樹脂つき銅箔を積層することにより、順次穴あけ、銅めっき、回路加工を行うことにより高密度化と回路設計の自由度を向上させるものである。ここで使用されるフィルムまたは液状樹脂は、感光性のものと非感光性のものがあり、非感光性のものはレーザーで開口される。

## 【発明が解決しようとする課題】

【0007】これらの埋め込みコンデンサ多層板の各種様態は、すべてガラス／エポキシ基板を基本とするものであるため、層の厚みにばらつきが生じたり、補強材を使う場合は、樹脂と補強材の特性（誘電率、線膨張係数など）の相違から均一性に乏しく、また十分薄くすることができなかった。このため、キャパシタンスのコントロールが困難となり、あるいはインピーダンスコントロールを必要とする高速回路では、設計値からはずれることが多くあった。

【0008】さらに、これらの従来の多層板製造方法で

は、基本的に硬質板の製造技術を基本としており、レジストとしてドライフィルムを使用するため、例えば40ミクロン以下のファインパターン形成が困難であった。一方、フィルム回路では、いわゆるTAB製造技術を適用することにより、液状レジストを可とう性フィルムに均一にコーティングし、投影型露光機を用いることにより、比較的容易に超ファインパターンが得られる。このように、従来の樹脂を基本とする多層板の製造技術のみでは多くの制約があった。

【課題を解決するための手段】

【0009】本発明は、高誘電率材料を内蔵する両面フィルム配線板である。

【0010】さらに本発明は、高誘電率材料が強誘電体と樹脂の複合体である前記両面フィルム配線板である。

【0011】さらに本発明は、高誘電体材料を溶射、真空蒸着、スパッタリングなどのドライプレーティングにより形成した前記両面フィルム配線板である。

【0012】さらに本発明は、フィルムの第一の面と第二の面に銅箔を一体化したフレキシブル積層板を用い、第一の銅箔とフィルムに開口を設ける工程と、開口部に強誘電体と樹脂の複合体を充填する工程と、充填層の上と第一の銅箔とを同時に銅めっきする工程と、フィルム両面にある銅層を回路形成する工程とを含むプリント配線板の製造方法である。

【0013】さらに本発明は、フィルムの第一の面と第二の面に銅箔を一体化したフレキシブル積層板を用い、第一の銅箔とフィルムに開口を設ける工程と、開口部における第二の銅箔の第一の面に高誘電体材料をドライプレーティングする工程と、開口部を導電性物質で充填する工程と、該導電性物質と第一の銅箔とを電気的に接続する工程と、フィルム両面にある銅層を回路形成する工程とを含むプリント配線板の製造方法である。

【0014】さらに本発明は、高誘電率材料を内蔵する両面フィルム回路を一部に有する多層プリント配線板である。

【0015】さらに本発明は、両面フィルム回路を、コア材とプリプレグを交互に積層して得られる多層板の一部として用いた、前記多層プリント配線板である。

【0016】さらに本発明は、両面フィルム回路を、内部のビアが柱状導電性物質からなり、これにより層間を電気的に接続する柱状ビア多層板の一部として用いた、前記多層プリント配線板である。

【0017】さらに本発明は、両面フィルム回路を、ビルドアップ多層板の一部として用いた、前記多層プリント配線板である。

【発明の実施の形態】

【0018】本発明の両面フィルム配線板には高誘電率材料をその一部に含む。

【0019】本発明に使用する両面フィルム回路は、ポリイミド、ポリエステル、液晶ポリマーなどの高分子フ

ィルムの両面に銅箔など金属箔からなる回路を形成したものである。両面フィルム回路の原材料としてはいかなる材料、構造のものも用いることができる。すなわち、ポリイミドとしては例えばユーピレックス、カプトン、アピカルなどの単体ポリイミドフィルム、あるいはエスパネックス、ユピセルなどの銅箔と一体化したものも用いることができる。単体ポリイミドフィルムと金属箔を一体化するため、接着材でラミネートしたり、金属層をスパッタリングやめっきで成長させる方法もある。

【0020】さらに、本発明に用いる高分子フィルムには、充填材を含んでもよい。とりわけフィルム回路の一部をコンデンサとして用いたり、インピーダンスコントロール回路として用いるときは、高誘電率化、低誘電率化、あるいは低誘電正接化をはかるため、セラミックや高分子などの粒子や中空球を充填したものを用いることが好ましい。

【0021】さらに、本発明に用いる高分子フィルムは、多層積層後における他の樹脂との密着性を向上させるため、表面を化学的、機械的、光学的などの各種処理で活性化することができる。このような活性化処理の例として、酸やアルカリによる処理、研磨処理、プラズマ処理、紫外線処理などを挙げることができる。

【0022】いかなる材料を用いても、フィルム層の回路加工は、ドライフィルムまたは液状のレジストを用いて行われる。回路形成方法はサブトラクティブ法であってもセミアディティブ法またはアディティブ法であってもよい。TAB製造工程で用いられるような、液状レジストと投影露光機を用いた回路形成法は、最も高密度の回路形成が可能である。

【0023】また、両面フィルム回路には必要に応じて金属層間の接続を行うことができる。層間接続としては、貫通、閉塞の各種ビアを用いることができる。また、穴明け方法としては、機械加工、レーザー加工などを用いることができる。接続方法としては、めっきや導電性樹脂の充填などのいかなる方法も用いることができる。

【0024】本発明において、両面フィルムはその一部に高誘電率材料を含む。該両面フィルム回路は少なくとも一部に対向するパッドを設け、パッド間に高誘電率材料を内蔵し、これをコンデンサとして使用することが好ましい。

【0025】本発明に用いられる高誘電率材料としては、高誘電率の無機粉末と樹脂との複合物であることができる。そのような高誘電率粉末の例としては、鉛ジルコネートチタネート(PZT)が挙げられる。PTZは鉛ジルコネート( $\text{PbZrO}_3$ )と鉛チタネート( $\text{PbTiO}_3$ )の固溶体である。

【0026】そのほか、無機粉末の例として、基板の使用温度より高いキュリー温度をもつ、いくつかの強誘電体を挙げることができる。すなわち、ペロフスカイト

(PZTもその一種)と呼ばれる一連の無機物で、例えばバリウムチタネート、およびカルシウム、ビスマス、鉄、ランタナム、ストロンチウムを添加剤として含むPZTやバリウムチタネートを挙げることができる。

【0027】さらに一連のタングステン-青銅結晶構造、例えば鉛メタニオベート( $\text{PbNb}_2\text{O}_3$ )、鉛メタタングレート( $\text{PbTa}_2\text{O}_3$ )、ナトリウムバリウムニオベート( $\text{NaBa}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ )、カリウムバリウムニオベート( $\text{KBa}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ )、ルビジウムバリウムニオベート( $\text{RbBa}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ )およびビスマス、ランタナム、ストロンチウムなどの添加物を含む上記5種のタンタレートまたはニオベート化合物を挙げることができる。

【0028】そのような高誘電率の無機粉末と樹脂との複合物をフィルムに充填する方法として、フィルムの第一の面と第二の面に銅箔を一体化したフレキシブル積層板を用い、第一の銅箔とフィルムに開口を設ける工程と、開口部に強誘電体と樹脂の複合物を充填する工程と、充填層の上と第一の銅箔とを同時に銅めっきする工程と、フィルム両面にある銅層を回路形成する工程を挙げることができる。

【0029】この工程の具体的な例を図1によって説明すると、フィルム11の第1の面と第2の面に密着した銅箔12のうち、第1の銅箔の第1の面にレジスト膜(ドライフィルムなど)13を付与し(a)、レーザー14を照射することにより開口部15を得る(b)。レーザーは炭酸ガスレーザー、YAGレーザー、エキシマレーザーなどから適宜選択され、またそのエネルギーも第2の銅箔を貫通しないよう設定される。次にレジスト膜をつけたまま高誘電体と樹脂との複合物16を印刷などの手段で充填する(c)。レジストを剥離し(d)、その後全面に銅めっきすることにより複合物もめっき層で被覆する(e)。さらに回路加工し、コンデンサを得る(f)。

【0030】さらにキャパシタンスを向上させるため、高誘電率材料と樹脂との混合物を用いず、高誘電率材料を溶射、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティングなどの物理的蒸着(PVD)、化学的蒸着(CVD)などのドライプレーティングによって形成させることもできる。このようなドライプレーティングを行う場合、片面に銅箔を有するフィルムの一部を開口し、銅箔のマット面を平滑化したのち開口部を通してドライプレーティングすることができる。この場合、プレーティングの不要な部分はマスキングでプレーティングを防止することができる。

【0031】そのようなプレーティングを含む本発明のフィルムの製造法として、フィルムの第一の面と第二の面に銅箔を一体化したフレキシブル積層板を用い、第一の銅箔とフィルムに開口を設ける工程と、開口部における第二の銅箔の第一の面に高誘電体材料をドライプレー

ティングする工程と、開口部を導電性物質で充填する工程と、第一の銅箔と電気的に接続する工程と、フィルム両面にある銅層を回路形成する工程とを含むことができる。

【0032】この工程の具体的な例を図2によって説明すると、フィルム21の第1の面と第2の面に密着した銅箔22のうち、第1の銅箔の第1の面にレジスト膜(ドライフィルムなど)23を付与し(a)、レーザー24を照射することにより開口部25を得る(b)。レーザーは炭酸ガスレーザー、YAGレーザー、エキシマレーザーなどから適宜選択され、またそのエネルギーも第2の銅箔を貫通しないよう設定される。次にレジスト膜をつけたまま溶射、真空蒸着、スパッタリング等のドライプレーティングで全面に高誘電体材料を付与26し、開口部の底に高誘電体材料の層27を形成する(d)。次にレジスト膜をつけたまま銅めっきまたは導電性樹脂の印刷により開口部に導電性物質28を充填する(e)。レジスト膜を剥離し(f)銅箔の両面にさらに薄い銅めっきを施すことにより平坦な銅層29を形成する(g)。その後回路加工し、コンデンサを得る(h)。

【0033】本発明の両面フィルム配線板を多層板の一部として用いることは、配線板の密度を向上させるためさらに好ましい。そのような多層板としては、いかなる材料、構造、製法のものを用いることができる。補強材としてはガラス繊維、アラミド繊維などからなるあらゆる補強材を用いることができる。

【0034】多層板の構造としては、通常多層板、全層ビア多層板、ビルドアップ多層板、ポスト多層板など、いかなる構造も用いることができる。ビルドアップ多層板では、フィルムあるいは液体レジストで形成した感光性または非感光性の層に穴あけし、めっきなどで層間を接続した構造を用いることができる。

【0035】次に、各種多層板と両面フィルム回路の一体化の形態について例示する。

【0036】まず、通常多層板では、両面フィルムは少なくとも片面を回路加工したのち、従来「コア」材と呼ばれていた部分の代替として、プリプレグと隣接して多層板の表層または内層に用いられる。たとえば、4層板(図3)では両面フィルム32の片面を回路加工したのち、プリプレグ31と積層し、シールド板を得たのち、穴あけ、銅めっきしてスルーホール34を得る。その後表面を回路加工し、ソルダーマスク、金めっきなどの仕上げを行う。両面フィルム回路の一部にコンデンサ36またはインピーダンスコントロール部37を有していてもよい。

【0037】両面フィルムが多層板の内層であってもよい。図4には、6層板の例を示す。この場合、2枚の両面フィルム42は両面とも予め回路加工され、間と上下に3枚のプリプレグ41を積層したのち、同様にスルーホール44の形成、回路加工が行われる。フィルムが内

層にある方が、コンデンサやインピーダンスコントロールが容易になる。

【0038】本発明をビルドアップ基板に適用するには、ビルドアップ基板のコア材の一部に両面フィルム回路を含むことが好ましい。例として、4層板のコア材の上下にビルドアップ層を形成するとき(図5)、まず表面にフィルム回路をもつコア材を形成し、その両面にビルドアップ層を形成する。ビルドアップ層56はフィルムをラミネートし、または液状樹脂をコーティングし、あるいは銅箔に樹脂をコーティングしたいわゆる樹脂つき銅箔を積層することにより得られる。ここで使用されるフィルムまたは液状樹脂は、感光性のものであってもよく、非感光性のものであってもよい。非感光性のものはレーザーで開口される。

【0039】さらに、全層ビア多層板では、フィルム回路は図6に示すように最外層にあってもよく、図7に示すように内層にあってもよい。

【0040】いずれの構造であっても、フィルム回路にはその一部にコンデンサまたはインピーダンスコントロール回路を有することができる。

#### 【発明の効果】

【0041】本発明の多層板は、その一部に両面フィルム回路を含むため、従来の多層板にくらべて高密度の回路を形成でき、フィルム回路の中にコンデンサを含むことにより、埋め込みコンデンサを内蔵する配線板が可能である。また、ガラスエポキシなどの複合材からなる多層板の回路の一部をコンデンサとして使用したときにくらべて、厚み精度がよく、このためコンデンサの容量のばらつきが軽減される。さらにフィルムは複合材にくらべて薄くできるため、小さな面積で所望の容量を得ることができる。さらに、フィルム回路の一部に並行する回路を設けて一方を接地することにより、インピーダンスコントロール回路を容易に形成でき、その精度も複合材を用いた場合にくらべて優れている。

#### 【実施例】(実施例1)

【0042】フィルムとして両面銅箔つきポリイミドフィルム(新日鉄化学株式会社製、「エスパネックス」、ポリイミド層の厚み $40\mu\text{m}$ 、銅箔厚み $18\mu\text{m}$ )を用い、図2示すような工法でコンデンサを形成した。

【0043】すなわち、第一の銅箔の第一の面にドライフィルム14をラミネートし、このドライフィルム、第一の銅箔、および樹脂層11を貫通し第二の銅箔を貫通しないようなエネルギー変化でYAGレーザーを照射して径 $0.5\text{mm}$ の円形の開口15を得た。

【0044】この開口部に、平均粒子径 $0.5\mu\text{m}$ の超微粒子のPZT(鉛ジルコニアチタネート)を70%含むエポキシ樹脂ペーストを印刷し、この複合材16で開口部を充填後ドライフィルムをアルカリ溶液で剥離した。

【0045】その後第一と第二の銅箔に銅めっき17を

施し、さらにこれらの銅層を回路加工した。充填物を挟むランドは径 $1.0\text{mm}$ とした。このパッド間のキャパシタンスは $250\text{pF}$ であった。(実施例2)

【0046】フィルムとして両面銅箔つきポリイミドフィルム(新日鉄化学株式会社製、「エスパネックス」、ポリイミド層の厚み $40\mu\text{m}$ 、銅箔厚み $18\mu\text{m}$ )を用い、図2示すような工法でコンデンサを形成した。

【0047】すなわち、第一の銅箔の第一の面にドライフィルム24をラミネートし、このドライフィルム、第一の銅箔、および樹脂層21を貫通し第二の銅箔を貫通しないようなエネルギー変化でYAGレーザーを照射して径 $0.5\text{mm}$ の円形の開口25を得た。

【0048】開口部の銅箔の第一の面(マット面)を平滑化するため、過硫酸カリ水溶液で処理した。その後、このドライフィルムと開口部に、バリウムチタネートをスパッタリングでドライプレーティング26し、開口部の底にある第二の銅箔の第一の面に厚み $10\mu\text{m}$ のバリウムチタネート層27を形成した。

【0049】その後、開口部に銅めっきを施し、めっきで充填したのちドライフィルムを剥離し、さらに両面から銅めっき層29を形成した。このとき得られたコンデンサの容量は $6.7\mu\text{F}$ であった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】コンデンサに強誘電体混合樹脂を用いた本発明の両面フィルム配線板

【図2】コンデンサに強誘電体ドライプレーティングを用いた本発明の両面フィルム配線板

【図3】多層板外層への応用例

【図4】多層板内層への応用例

【図5】ビルドアップ基板への応用例

【図6】柱状構造多層板の外層への応用例

【図7】柱状構造多層板の内層への応用例

#### 【符号の説明】

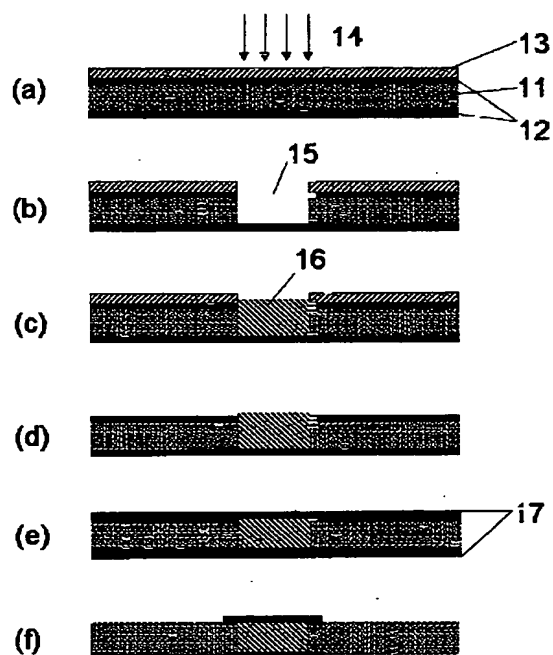
11、21	コア樹脂
12、22	銅箔
13、23	ドライフィルム
14、24	レーザー
15、25	開口部
16	充填樹脂
17、29	めっき層
26	スパッタリング
27	スパッタリングにより形成された強誘電体層
28	充填銅めっき層
31、41、51、61、71	多層板のコア
32、42、52、63、73	フィルム層
33、43、53	回路
34、44、54	スルーホール
35、45、55、65	導通接続部
36、46、56、66、76	コンデンサ部

37、47、57、67、67 インピーダンスコン  
トロール部

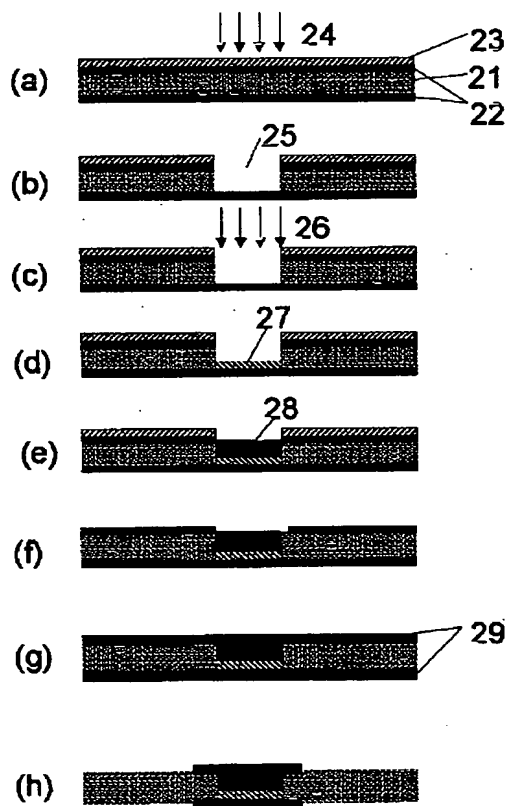
62、72

ヴィアフィル導電樹脂

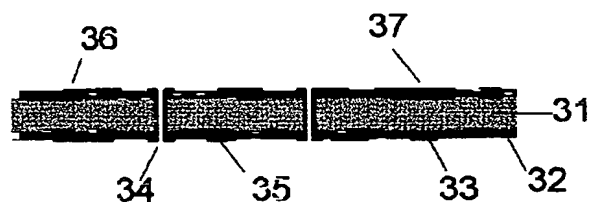
【図1】



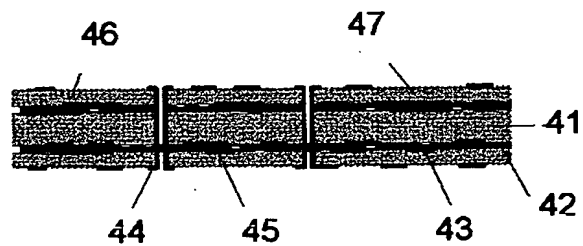
【図2】



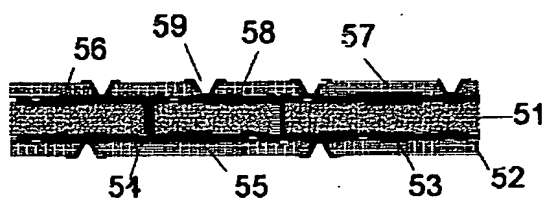
【図3】



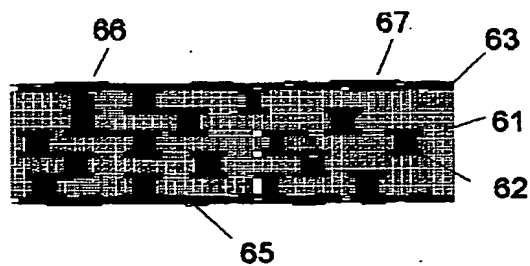
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

